Caldasia 19(1-2): 235-245

HONGOS DEL SUELO AISLADOS DE ZONAS DE VEGETACION NATURAL DEL PARAMO DE CHISACA, COLOMBIA

CARMEN GUALDRÓN- ARENAS
ANA LUCÍA SUÁREZ- NAVARRO
HERNANDO VALENCIA- ZAPATA
Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Apartado 14490. Santafé de Bogotá,Colombia.

Resumen
Se investigó la micoflora del suelo en dos sitios de vegetación natural localizados en el páramo de Chisacá, en vegetación de pajonales de *Calamagrostis effusa* a 3.600 m y en bosque de *Gynoxys fuliginosa* a 3.540 m. Los hongos se aislaron en estado de micelio activo, a partir de partículas orgánicas y minerales, obtenidas mediante la técnica de lavado del suelo.

De 600 partículas se realizaron 1613 aislamientos, con un porcentaje de colonización de 2.68 %. Se obtuvo un total de 62 especies representados en 9 familias y 36 géneros. La mayoría de los hongos se aislaron de partículas orgánicas, aunque algunos no tienen especificidad por el tipo de sustrato soporte. Especies de *Mortierella* se encuentran dominantes en el sitio de *Calamagrostis* y especies de *Fusarium* en el sitio de *Gynoxys*. La mayor causa de variación en la composición de las comunidades microfúngicas están relacionadas con la vegetación y el tipo de suelo.

Palabras clave: micelio activo. páramo. micoflora. *Fusarium. Mortierella.* Hongos del suelo.

Abstract
Soil fungal communities from two natural paramo vegetation types, *Calamagrostis effusa* pajonal (grassland) and *Gynoxys fuliginosa* forest located at 3600 m were investigated. Fungi in active mycelium stage from organic and mineral particles were obtained by the soil washing isolation technique. 1613 isolates from 600 particles, most from organic particles, were obtained. 62 species, belonging to 9 families and 36 genera, were identified. Species of *Mortierella* and *Fusarium* were dominant in grassland and forest vegetation respectively. The differences in fungal community composition are related to the vegetation and soil types.

Key words: active mycelium, paramo, mycoflora. *Fusarium. Mortierella.* Soil fungi

Introducción

En las investigaciones micológicas en nuestro país se han estudiado con mayor énfasis los macromycetes saprófitos y micorrizógenos y en el caso de microhongos, los de importancia fitopatológica, (Dumont et al. 1978; Pulido 1982; Pardo 1995). La micoflora del suelo de ecosistemas naturales se ha investigado especialmente en bosques y praderas. Sobre suelos de cultivos y con plantaciones forestales existe una cantidad apreciable de trabajos, tanto en zonas tropicales como subtropicales (Domsch et al. 1980).

Con respecto a hongos del suelo de ecosistemas de páramo se conocen pocos trabajos (Valencia et al. 1994; Valencia 1989), por tal razón se hace referencia a investigaciones sobre micoflora que presenten alguna similitud con el tipo de suelo y otras características ecológicas de la zona de vida de páramo. Bisset & Parkinson (1979a) realizaron una

serie de investigaciones sobre la estructura de las comunidades microfúngicas y sus relaciones funcionales en suelos de tundra alpina en Canadá. En su trabajo sobre la distribución de los hongos en suelos alpinos en sitios con diferentes tipos de asociaciónes vegetales (*Bromus, Dryas* y *Oxytropis*), analizaron el efecto de la estacionalidad, profundidad del suelo y tipo de vegetación, mediante analisis factorial. La variación en la composición de la micoflora fue atribuída a la diferencia de los sitios estudiados; asi mismo la frecuencia de incidencia de la mayoría de las especies esta inversamente relacionada con la profundidad del suelo, a excepción de *Chrysosporium pannorum, Penicillium restrictum* y micelios estériles. (Bisset & Parkinson 1979b).

En el caso del estudio de relaciones funcionales, Bisset & Parkinson (1979c) investigaron en forma amplia el efecto sobre la micoflora de una gran variedad de factores abióticos (14 parámetros fisicoquímicos del suelo). Registraron la temperatura, la humedad, pH y el potasio (K) disponible del suelo, como los factores abióticos que más influyen sobre la distribución y composición de las comunidades de microhongos, en los tres habitáts estudiados. Por otra parte Martínez y Ramirez (1979), en su investigación sobre la variación de las comunidades de hongos de acuerdo al horizonte y la estacionalidad, en suelos andosólicos, reportan menor diversidad y frecuencia de las especies al incrementar la profundidad. *Aureobasidium pullulans* presenta una dominancia altamente significativa en los horizontes inferiores, mientras *Mortierella minutisima* se presenta con mayor frecuencia en la primavera y *Trichoderma pseudokoningii* es más típica en verano.

En el presente trabajo se escogieron suelos dentro del "Ecosistema Páramo", dada su gran importancia como reservorio y proveedor de agua. Se investigó la estructura de las comunidades de microhongos del suelo en sitios de vegetación natural, pajonales de *Calamagrostis effusa* y bosque de *Gynoxys fuliginosas*, mediante el aislamiento de hongos en estado de micelio activo, por el método de lavado del suelo. Se hacen análisis ecológicos comparativos, con base en aspectos cualitativos y cuantitativos de la micoflora aislada de cada sitio y tipo de sustrato.

Area de estudio y metodología

Localización: El area de muestreo corresponde a dos sitios, bosque y pajonal, ubicados en los kilómetros 29 y 30 al SW del Distrito Especial de Santafé de Bogotá, pertenecientes al Municipio de Pasca, Cundinamarca, a 3.540 y 3.600 m respectivamente, entre las coordenadas 74° 12' 40" longitud Oeste y 4° 17' 15" latitud Norte. Estos lugares están cercanos a la laguna de Chisacá, que hace parte del páramo de Sumapaz, el cual ocupa la zona de vida de páramo de mayor extensión en Colombia. Localmente se le conoce con el nombre de "Páramo de Chisacá".

Aspectos ecológicos: Los páramos de Colombia han sido objeto de diversas investigaciones, con especial atención a la vegetación y a los aspectos fitosociológicos, asi como estudios ecológicos sobre la artropofauna edáfica iniciados por Sturm 1978, relacionados y analizados con un enfoque integral por Sturm & Rangel (1985) y más recientemente trabajos ecofisiológicos, Mora-Osejo & Sturm (1995).

En estas zonas tropicales de alta montana predominan condiciones ecológicas muy especiales. El Páramo de Chisacá corresponde a la formación Bosque muy húmedo montano-bajo; la temperatura media anual oscila entre 6° y 12 °C y la precipitacion entre 50 y 1000 mm. (Cleef 1978). La alta lluviosidad y humedad relativa permiten caracterizarlo como un páramo atmosféricamente húmedo. Existe además una variación de la temperatura diurna, que va desde bajas temperaturas acompañadas de gran nubosidad hasta cortos intervalos de intenso brillo solar y evapotranspiración. De acuerdo a la precipitación presenta una estacionalidad con tiempo lluvioso la mayor parte del año interrumpida por un periódo seco o de verano en los meses de diciembre a febrero.

El páramo está cubierto por una continua y densa vegetación de estructura xeromórfica. Las formas de vida vegetal predominantes son las caulirrosa, macollas, cojines y arbustos y existe característicamente una gran riqueza de la flora vascular y criptogámica (Cuatrecasas 1958; Cleef 1979).

El páramo hace parte de la formación Usme perteneciente al Eoceno Medio y Oligoceno Medio. Esta constituída por un conjunto de areniscas de grano medio a grueso, mezclado con cascajo bien redondeado. En algunos sitios, sobre todo en la parte superior, puede encontrarse una sucesión de capas de arcilla de color gris claro separadas por bancos de arenisca clara, de grano medio.

El suelo generalmente saturado de agua, en extensas zonas es pantanoso y forma turberas, el suelo es negro en el horizonte Ao, con elevado grado de acidez y alto contenido de materia orgánica (Tabla 1). El material parental se deriva de cuarcita; la relación C/N bastante baja (15) en el páramo propiamente dicho refleja el origen de la materia orgánica, de gramineas y musgos. Por otra parte, la relación ácidos húmicos/ácidos fúlvicos de 0.3 demuestra que existe una cierta transformación bioclimática de los compuestos húmicos (Duchaufour 1977; Cleef 1978; Sturm 1978).

Muestreo: En los sitios seleccionados, pajonal y bosque, se demarcaron áreas de 200 m^2 (20x10) y se tomaron al azar cinco submuestras de aproximadamente 500 g cada una, entre 5 y 30 cm de profundidad. Las submuestras mezcladas uniformemente se trasladaron en bolsas de polietileno y se colocaron en nevera por corto tiempo. El muestreo fue realizado desde mediados de febrero hasta julio de 1981. El análisis de caracterización del suelo se realizó en el Laboratorio de Suelos del Instituto Geográfico Agustin Codazzi, según la metodología del laboratorio (IGAC, 1979). Se coleccionaron ejemplares de la vegetación superior, en los sitios de trabajo para su determinación taxonómica en el Herbario Nacional Colombiano (COL).

Aislamiento de hongos: Los hongos se aislaron a partir de partículas orgánicas y minerales, mediante la técnica de lavado del suelo de Gams & Domsch (1967). Se toman 20 g de suelo previamente cernido por tamiz de 2 mm y se coloca en el aparato lavador, que consta de dos cilindros o tamices de 1.5 y 0.6 mm (acoplables) con un diámetro de 8 cm. En el extremo inferior va un embudo conectado a una manguera y en el extremo superior un tapón de caucho con un tubo de entrada por donde se hace fluir una corriente de agua, 6 L de agua de la llave y 2 L de agua destilada esterilizada. Lo anterior permite extraer las esporas de la muestra a analizar y aislar los micelios activos que se encuentran adheridos a las partículas de suelo lavadas. Estas ultimas se toman del tamiz fino y se arrastran con 50 mL de aureomicina o cloranfenicol 30 µg/mL sobre una caja de Petri. Luego se secan sobre papel de filtro esterilizado y se transfieren 4 o 5 partículas (orgánicas o minerales) sobre placas con carboximetilcelulosa y cloranfenicol 30 µg/mL. Las cajas se incuban a temperatura ambiente y se observa a los 3 - 6 dias el crecimiento de colonias de hongos, a partir de las cuales se hacen aislamientos en cultivos puros y se determina el porcentje de colonización. (Valencia 1979; Gualdrón & Suárez 1983). Como medio primario se utilizó agar carboximetilcelulosa y luego se transfirieron en su mayoría a medio de agar extracto de avena o ciertos casos en medios recomendados para la determinación taxonómica, asi especies de *Penicillium* en agar extracto de avena, *Mortierella* en agar extracto de suelo, *Fusarium* en agar papa dextrosa y *Acremonium* en agar de Sabouraud. Las observaciones microscópicas se realizaron en ácido láctico, azul de lactofenol y medio de Amman. Para las pruebas de amiloides se utilizó el reactivo de Melzer. En algunos casos se realizaron microcultivos segun el método de Riddel (Gams et al 1975).

Se calculó el porcentaje de colonización en las partículas minerales y orgánicas y el porcentaje relativo de incidencia de los hongos aislados. Se determinó, además, la distribución de las especies por familia expresada en porcentaje.

Resultados y Discusión

Es de interes en estudios ecológicos sobre microorganismos del suelo conocer características del hábitat, con especial referencia al tipo de cobertura vegetal y del suelo en que se encuentran. A continuación se relaciona una caracterización general sobre estos aspectos.

Sitio I: *Calamagrostis effusa:* Dominan los pajonales de *Calamgrostis effusa*, entremezclados con *Espeletia grandiflora.* En estrato herbaceo compuesto por *Carex bonplandii C.. pichinchensis, Bartsia santolineafolia, Senecio formosus* y el estrato rasante se encuentra *Hypochoeris taraxacoides, Baccharis caespitosa, Baccharis tricuneata, Sphagnum sp.*

El suelo es orgánico. El horizonte A tiene una profundidad de 70 cm, color negro (10YR 1/1), contiene abundantes raices; textura franco arenosa, pH ácido (4.2), temperatura promedio de 8 °C a 30 cm de profundidad; contenido de carbono 19 %. El horizonte C es de color grisaceo amarillento-parduzco (10YR 4/2), textura franco-arenosa, pH ácido (4.0). Este suelo se clasificó como Typic cryofibrist. (Tabla 1).

Sitio II: *Gynoxys fuliginosa*: Corresponde a un bosque enano (sensu Cleef 1981), ubicado en un refugio rocoso. En el estrato arbustivo se encuentra: *Gynoxys fuliginosa* (dominante), *Miconia salicifolia, Solanum bogotense*. En el estrato herbaceo: *Hypericum sp, Swallenochloa tesselata, Acaena elongata, Baccharis tricuneata, Cestrum sp*. El estrato rasante: *Rubus acanthophyllos, Oxalis medicaginea, Lasiocephalus otophorus, Eryngium aff. humboldtii, Cestrum sp, Relbunium hypocarpium, Blechnum sp, Elaphoglossum engelii, Polipodium murorum.*

El suelo es mineral. El horizonte A tiene una profundidad de 30 cm, color negro (5Y 1/1), abundan las raices; textura franco-arenosa; pH 3.6. Temperatura promedio de 8 °C a una profundidad de 30 cm; porcentaje de carbono 10 y presenta cenizas volcanicas. El horizonte A descansa sobre roca de arenisca (R). Este suelo se clasificó como Lithic cryandept (Tabla 1).

Porcentaje de colonización de las partículas y distribución por familias de los hongos aislados: En la micoflora investigada se obtuvieron 62 especies de microhongos del suelo de los sitios de *Calamagrostis effusa* y *Gynoxys fuliginosa,* mediante 1613 aislamientos realizados a partir de 600 partículas minerales y orgánicas, obtenidas por el método de lavado del suelo. El porcentaje promedio de colonización de partícula registrado fue de 2.68 %.

De acuerdo a su agrupación por familias se registró la siguiente distribución en porcentaje según las especies pertenecientes a cada una de ellas, asi: Mucedinaceae 33.9 %, Dematiaceae 17.7 % , Tuberculariaceae 16.1 %, Mortierellaceae 9.7 %, Mucoraceae 8 %, Sphaeropsidaceae 6.5 %, Eurotiaceae 3.2 %, Sordariaceae 3.2 %, Melanosporaceae 1.2 %. Datos ecológicos y descripción de las especies se relacionan en Gualdron & Suarez 1983; Gams 1971; Gams et al. 1980, entre otros.

Tabla 1. Características fisicoquímicas de los suelos en los sitios de pajonal de *Calamagrostis effusa* y bosque de *Gynoxys fuliginosa* en el Páramo de Chisacá-Colombia

Sitio	Prof. cm	Granulometría A	L	Ar	Textura	pH 1:1	M.O. C %	Al me%	Humedad %
C. e.	0-70	76	18	6	(FA)	4.2	19.1	7.2	12.3
G. f.	0-30	70	26	4	(FA)	3.6	10.7	8.8	16.3

Nota: *C. e. : Calamagrostis effusa. G. f.: Gynoxys fuliginosa.*
Análisis de Caracterización Laboratorio de Suelos IGAC.

En la Figura 1 se indican los polígonos resultantes de las representaciones gráficas de las biocenosis de microhongos, adaptadas de States (1981), donde se aprecia una dominancia de especies pertenecientes a las familias Mortierellaceae y Mucoraceae en el sitio de pajonal de *Calamagrostis effusa*, mientras en el bosque de *Gynoxys fuliginosa*, las especies mas frecuentes pertenecen a Tubercullariaceae y Moniliaceae, como se especifica más adelante.

La existencia de una alta riqueza de especies vegetales en el ecosistema de páramo (Cleef 1979) se correlaciona con el alto número de especies de microhongos encontrado y que están en estado de micelio activo, dado el método de aislamiento utlilizado, mediante el cual se obtiene un espectro más amplio de las especies, (Gams & Domsch 1967). Este hecho se corroboró experimentalmente al realizar aislamientos a partir de diluciones de suelo, y compararlo con el número de aislamientos que se obtienen por la técnica aplicada. Además en los aislamientos por el método de diluciones predominan especies altamente esporulantes como es de esperarse, por ejemplo *Penicillium spp.*

Comunidad de microhongos del suelo del sitio *Calamagrostis effusa.*

En el sitio de vegetación abierta de pajonal-frailejonal se aislaron 38 especies de hongos, de los cuales 19 son exclusivas de este habitát. El porcentaje de colonización fué significativamente mayor en las partículas orgánicas (2.6 %) con respecto al de las partículas minerales (1.5 %), como se aprecia en la Tabla 2. Las especies características y según el orden de incidencia son las siguientes: *Mortierella alpina, M. gamsii, Mucor hiemalis f. luteus, M. racemosus f. sphaerosporus, Gilmaniella humicola, Trichoderma hamatum.* Otras especies con bajo porcentaje relativo de incidencia estan indicadas en la Tabla 3.

Es notoria la mayor presencia del género *Mortierella*, mientras entre las especies raras *Circinella simplex* representa una especie de hongo muy particular en este hábitat, a pesar de su bajo porcentaje relativo de incidencia. Se aislaron ademas, *Botrytis cinerea* y *Acremonium cerealis*, hongos fitopatógenos de amplia distribución, (Schippers & Gams 1979), aunque aquí presentes con baja incidencia.

Comunidad de microhongos del suelo del sitio *Gynoxys fuliginosa*

En este sitio de bosque con vegetación cerrada se determinaron un total de 43 especies, con 24 especies exclusivas. En el caso del porcentaje de colonización fué mayor en las partículas minerales (3.2 %) al registrado en las partículas orgánicas (2.9 %), a diferencia de los resultados obtenidos de este parámetro en el sitio de páramo propiamente (pajonal-frailejonal) como se indica en la Tabla 2.

Tabla 2. Porcentaje de colonización en partículas minerales y orgánicas de hongos del suelo aislados de los sitios de vegetación abierta o pajonal de Calamagrostis effusa y de vegetación cerrada o bosque de Gynoxys fuliginosa por el método de lavado del suelo en el Páramo de Chisacá.

	1. Sitio pajonal *Calamagrostis*			2. Sitio de bosque *Gynoxys*			
	min.	org.	suma	min.	org.	suma	suma 1 y 2
Partículas	60	240	300	60	240	300	600
Aislamientos	90	625	715	192	706	898	1613
% de Colonización	1.5	2.6	2.4	3.2	2.9	3.0	2.7

Nota: min.: Partícula mineral. org.: Partícula orgánica

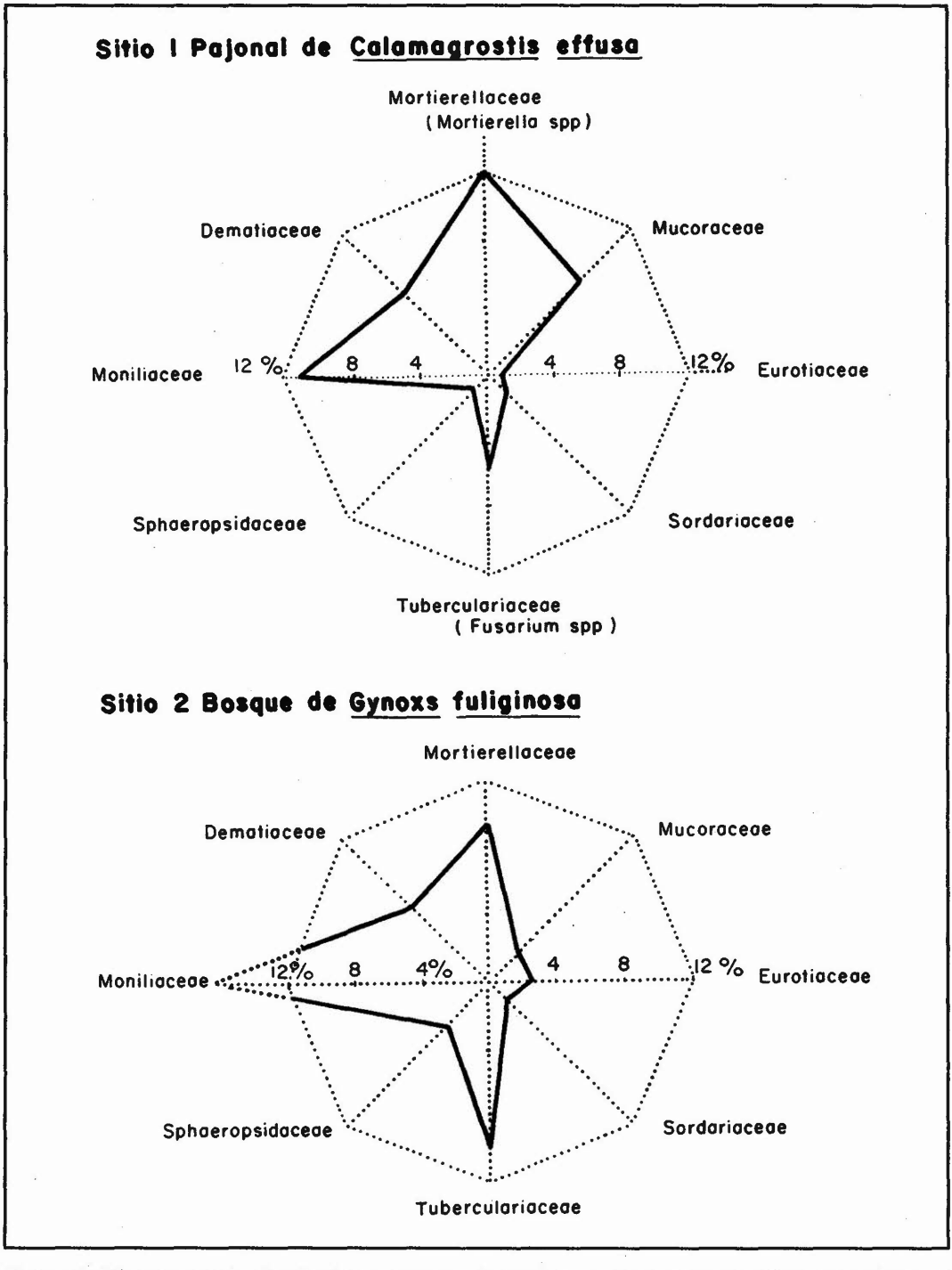

Figura 1. Micogramas de distribución porcentual de familias de hongos en los sitios de: Pajonal de *Calamagrostis effusa* (a) y bosque de *Gynoxys fuliginosa*. (b).

Tabla 3. Especies de hongos del suelo de los sitios de pajonal de Calamagrostis effusa y bosque de Gynoxys fuliginosa, del Páramo de Chisacá-Colombia, aislados de partículas minerales y orgánicas y su porcentaje relativo de incidencia.

	1. Sitio Calamagrostis			2. Sitio Gynoxys		
Especies / partículas	**min.**	**org.**	**suma**	**min.**	**org.**	**suma**
Acremonium cerealis	0.30	0.61	0.91			
Acremonium strictum				0.12	1.23	1.35
Aureobasidium pullulans				0.92	0.61	1.53
Botrytis cinerea		0.30	0.30			
Circinella simplex	0.30	0.92	1.23			
Coniothyrium sp.	0.43	0.18	0.61	0.86	0.43	1.30
Cladosporium cladosporioides		0.30	0.30			
Curvularia brachyspora					0.61	0.61
Cylindrocarpon destructans	0.24	2.35	2.60		1.11	1.11
Cylindrocarpon	0.12	0.86	0.99		1.61	1.61
Chaetomium cochlioides		0.99	0.99		1.42	1.42
Dactylaria fusiformis		0.37	0.37	0.61	0.30	0.91
Diplodia sp		0.43	0.43			
Emericella rugulosa		0.61	0.61	0.24	1.23	1.48
Epicoccum purpurascens		0.74	0.74	0.24	0.80	1.04
Eupenicillium shearii				0.24	0.55	0.80
Fusarium avenaceum		0.74	0.74	11.12	0.99	1.11
Fusarium equisetii				0.37	1.23	1.61
Fusarium graminearum					1.54	1.54
Fusarium merismoides		0.74	0.74			
Fusarium oxysporum		0.49	0.49			
Fusarium poae				0.30	0.61	0.91
Fusarium redolens				0.18	0.74	0.92
Fusarium solani	0.12	1.61	1.73	0.12	0.92	1.05
Fusarium sporotrichioides	0.12	1.68	1.80	0.74	0.18	0.92
Fusarium sp.				0.30	1.67	1.97
Genasinospora retispora				0.18	1.23	1.42
Geotrichum candidum					0.61	0.61
Gilmaniella humicola		1.54	1.54			
Gliocladium virens					0.61	0.61
Gliocladium roseum				0.43	0.92	1.35
Heteroconium chaetospira	0.12	0.49	0.61			

BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDAD NACIONAL

Continuación Tabla 3

Especies / partículas	1. Sitio Calamagrostis			2. Sitio Gynoxys		
	min.	org.	suma	min.	org.	suma
Humicola fuscoatra	0.30	0.92	1.23	0.99	1.36	2.35
Mariannaea elegans				0.12	1.17	1.29
Mortierella alpina	0.43	2.72	3.15			
Mortierella gamsii	0.49	2.47	2.96			
Mortierella humilis	0.18	1.30	1.48	0.74	5.08	5.82
Mortierella minutisima	0.30	0.92	1.22	0.24	1.11	1.35
M. ramanniana var autotrophica				0.92	0.61	1.53
Mortierella vinacea		1.61	1.61	0.30	1.00	1.30
Mucor circinelloides f. circinelloides		2.41	2.41	0.06	0.86	0.92
Mucor hiemalis f. luteus	0.30	1.85	2.15			
Mucor racemosus f. sphaerosporus	0.12	1.61	1.73			
Myrothecium roridum				0.06	0.30	0.36
Paecilomyces lilacinus					0.61	0.61
Penicillium frecuentans		0.18	0.18			
Penicillium nigricans				0.30	0.43	0.73
Penicillium rubrum				0.18	0.30	0.48
Penicillium simplicissimum				0.30	1.11	1.41
Penicillium verrucosum	0.30	0.62	0.92	0.12	0.43	0.55
Phialophora cyclaminis		0.61	0.61			
Phoma laveillei				0.37	1.24	1.61
Phoma medicaginis					0.61	0.61
Sordaria fimicola	0.61	0.50	1.11			
Trichocladium opacum					0.49	0.49
Trichoderma hamatum	0.43	0.49	0.92			
Trichoderma koningii		2.04	2.04	0.24	2.36	2.60
Trichoderma viride		1.36	1.36			
Trichosporon beigelii	0.06	0.43	0.49			
Verticillium lecanii	0.18	1.36	1.54	0.24	0.19	0.43
Volutella ciliata				0.30	0.62	0.92
Zygorrhynchus sp		0.18	0.18		0.99	0.99

Nota: min.: mineral org.: orgánica En blanco: no presente

En orden de importancia de incidencia de sus especies *Fusarium sp* registró el mayor porcentaje, seguido de *F. equiseti, F. merismoides, F. graminearum, Phoma leveillei, Mortierella ramanniana var. autotrophica.*

Fusarium sp resultó una especie muy dominante y típica en este lugar. De las cinco especies de *Penicillium* que se aislaron, tres son propias de este lugar, *Penicillium nigricans, P. rubrum* y *P. simplicissimum.*

Micoflora del suelo común a los sitios de *Calamagrostis effusa* y *Gynoxys fuliginosa.*

Con respecto a la micoflora en ambos sitios se obtuvieron 19 especies comunes, lo que equivale a un 30 % del total de las especies determinadas. *Mortierella humilis* presentó el porcentaje más alto de incidencia seguida de *Trichoderma koningii, Humicola fuscoatra, Cylindrocarpon tenue, Emericella rugulosa, Chaetomiumn cochliodes, Mortierella minutissima. M. vinacea, Cladosporium cladosporioides, Cylindrocarpon destructans, Epicoccum purpurascens, Fusarium solani* y *F. sporotrichioides* entre otros.

Es notorio el hecho de haber encontrado en las especies aisladas, un patrón de colonización de partículas minerales y orgánicas, no siempre igual en ambos sitios. Es asi como se logró establecer, de acuerdo a los resultados consignados en la Tabla 3, que cuando el hongo no crece en ambos tipos de partículas en los dos sitios, esta presente por lo menos en la partícula orgánica. No se encontró una especie que solo colonizara particulas de tipo mineral y estuviera ausente en la partícula de tipo orgánico.

La diversidad de especies encontradas en el sitio de *Gynoxys fuliginosa* resultó mayor (43 vs 38), que las aisladas del sitio de *Calamagrostis effusa,* lo cual se refleja tambien en el número de especies exclusivas de este lugar (24 vs 19).

Según el número de aislamientos en que estuvo presente cada especie, el género dominante fué *Mortierella* seguido de *Fusarium.* Lo anterior permite inferir a las especies de *Mortierella* como las más típicas del ecosistema Páramo, resultados que concuerdan con investigaciones realizadas en suelos alpinos, de alta montaña en Europa, donde este género también es dominante, con *Mortierella alpina,* como la especie mas frecuente (Gams 1959; Horak 1960; Heal et al. 1967). Igualmente Bisset & Parkinson 1979a, registraron una alta incidencia de *M. alpina*, en suelos de montaña en Canadá. No obstante en contraste a lo anterior, en esta investigación como especie dominante se obtuvo a *Mortierella humilis* presente en ambos sitios, con el porcentaje relativo de incidencia más alto de las especies de micoflora determinada y con un mayor porcentaje en el sitio de vegetación cerrada, mientras *M. alpina* solo se aisló en el sitio de vegetación abierta y con menor frecuencia.

Estos resultados pueden explicarse por la alta tolerancia, de las especies de *Mortierella*, al frío, como lo reporta Heal et al (1967), no obstante este género es muy sensible a la baja humedad (Shameemullah et al. 1971). Naturalmente existen muchos factores ecológicos, microclimáticos, edádicos y bióticos que influyen sobre la distribución y actividad de las especies de microhongos, entre ellos el pH, la temperatura y la humedad del suelo son considerados entre los mas importantes (Doeding & Widden 1974; Paul & Clark 1989). Las comunidades fúngicas en turberas presentan un gran número de especies pertenecientes a los géneros *Acremonium, Fusarium, Gliocladium, Mortierella, Mucor, Paecilomyces,* y *Penicillium.* Es notoria la presencia de *Aureobasidium pullulans* y *Mortiierella minutissima* en un suelo tipo Andosol (Martínez & Ramirez, 1979), especies que también se aislaron del suelo con cenizas volcánicas en el bosque de *Gynoxys.*

Con base en los resultados se puede concluir la existencia de una alta diversidad de hongos del suelo en los sitios de *Calamagrostis effusa* y *Gynoxys fuliginosa* del Ecosistema Páramo de Chisacá, con *Mortierella y Fusarium* como géneros dominantes, del pajonal-frailejonal y el bosque respectivamente.

La mayor diversidad de especies se obtuvo en el sitio de vegetación cerrada de *Gynoxys*, e igualmente el número más alto de especies exclusivas. Entre las especies más características se encuentran: *Fusarium equisetii, F. merismoides, F. graminearum, Fusarium sp, Phoma leveillei* y *Mortierella ramanniana var. autotrophica.*

En el sitio de *Calamagrostis* como especies más representativas estan: *Mortierella alpina, M. gamsii, Mucor hiemalis, M. racemosus f. sphaerosporus, Gilmaniella humicola* y *Trichoderma hamatum.* Aproximadamente una tercera parte de las especies de microhongos aislados, son comunes a ambos sitios (19 especies).

El mayor porcentaje de colonización se presentó en las partículas minerales en el sitio de *Gynoxys,* mientras en el sitio de *Calamagrostis* el porcentaje de colonización mayor se obtuvo en las partículas orgánicas. Lo anterior indica un patrón de colonización diferente, de acuerdo al tipo de partícula, para cada sitio. La mayor causa de variación en la composición de las especies de las comunidades fúngicas de los sitios de *Calamagrostis* y *Gynoxys* se atribuye a la diferencia de vegetación y tipo de suelo, que en otros terminos confirman un efecto altamente significativo entre la rizosfera y la micoflora.

Agradecimientos

Al Instituto Alemán de Agricultura Tropical y Subtropical - Deutsches Institut fuer Tropical und Subtropical Landwirtschaft (DISTSL), por la financiación del proyecto. Al Profesor Walter Gams, micólogo sistemático (CBS) Baarn, Holanda, por su orientación científica y valiosa literatura aportada. Al Ing. A. Alvaro Parra (IGAC), por la ayuda en la clasificacion de los suelos. Al Profesor Hernando Torres del Instituto de Ciencias Naturales (ICN), por la identificación de los especimenes botánicos. Al Profesor Jaime Aguirre del ICN por su amable colaboración en la revision crítica del manuscrito.

Literatura citada

BISSETT, J. & D. PARKINSON. 1979a. Fungal community structure in some alpine soils. Can. J. Bot. 57: 1630-1641

_____1979b. The distribution of fungi in some alpine soils. Can. J. Bot. 57: 1609- 1629

_____ 1979c. Functional relationships between soil fungi and environment in alpine tundra. Can. J. Bot. 57: 1642-1659

CLEEF, A. M. 1978. Characteristics of neotropical paramo vegetation and its subantartic relations. En: C. Troll & W. Lauer (Eds). Geocological relations between the southern temperate zone and the tropical mountains. Erdwiss. Forsch. 11: 365-390 Wiesbaden

CLEEF, A. M. 1979. The phytogeographical position of the neotropical vascular paramo flora with special reference to the colombian cordillera oriental. En: Larsen, K & L. B. Holm-Nielsen (eds). *Tropical Botany.* Academic Press.

CUATRECASAS, J. 1934. Observaciones geobotánicas en Colombia. Trab. Mus. Nac. Cienc. Nac. Cienc. Nat., ser. bot. 27

_____1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 10: 221-264

DAL VESCO, G. 1974. Funhi del suolo di un pianoro acquitrinosa in Valle de Cogne (Aosta). Allionia 20: 81-92

DENNIS, R.W.G. 1970. Fungus flora of Venezuela and adjacent countries. Kewl Bull. Add. Ser. 3

DOEDING, P. & P. WIDDEN. 1974. Some relationships between fungi and their environment in Tundra regions. En: A.J. Holding, O.W. Heal & F.S. McLean. *Tundra Biome Steearing Communitee.* Stockholm 150pp.

DOMSCH, K.H. , G. WALTER & T. H. ANDERSON. 1980. *Compendium of soil fungi.* Vol 1 y 2. Academic Press. New York.

DUCHAUFOUR, P. 1977. *Atlas ecológico de los suelos del mundo.* Toray-Masson, S. A. Barcelona. 178 pp

DUMONT, K. P. , P. BURITICÁ & E. FORERO. 1978. Hongos de Colombia I. Caldasia 12: 159-164

GAMS, W. 1959. Die Bodenpilzen in zentraalalpinen Rohhumus. Ph. D. Thesis. Insbruck

_____ 1971. Cephalosporium-artige Schimmelpilze (Hyphomycetes). Gustav Fisher Verlag. Stuttgart. 262 pp

GAMS, W. & K. H. DOMSCH. 1967. Beitraege zur Anwendung der Bodenwaschtechnik fuer die Isolierung von Bodenpilzen. Archiv Mikrobiol. 58: 134-144

GAMS, W. , H. A. VAN DER AA, A. J. VAN DER PLAATS-NITERINK, R. A. SAMSON & STALPERS. 1975. CBS *Course of Mycology.* Baarn. 104 pp

GUALDRÓN, C. C. & A. L. SUÁREZ. 1983. Contribución al estudio de la micoflora del suelo en zonas de vegetación natural en el Páramo de Chisacá - Colombia. Tesis Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 185 pp

HEAL, O. W., A. D. BAILEY & M. LATTER. 1967. Bacteria, fungi and protozoa in Sidny island soils compared with those from a temperate moorland. Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B. 252: 191-197

HORAK, E. 1960. Die Pilzvegetation in Gletschervorfeld des Rotmoosferners in den Otztaler Alpen. Nova Hedwigia Z. Kryptogamenkd 2: 487-509

IGAC. 1979. *Métodos analíticos de Laboratorio de Suelos.* Instituto Geográfico Agustin Codazzi. 4a Edicion. Bogotá. 664 pp

MARTÍNEZ, A. T. & C. RAMÍREZ. 1979. The microfungal community of an andosol. J. Ecology. 67: 305-320

MORA-OSEJO, L. E. & H. STURM (Eds). 1994. *Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino, cordillera oriental de Colombia.* Acad. Colomb. Cienc. Colecc. Jorge Alvares Lleras No 6 Vol 1 y 2. 713 pp.

PAUL, E. A. & CLARK, F.E. 1989. *Soil microbiology and biochemestry.* Academic Press. 275 pp

PULIDO, M. 1982. Contribución al conocimiento de los Agaricales de Colombia. Tesis Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 270 pp

SHAMEEMULLAH, H., D. PARKINSON & A. BURGES. 1971. The influence of soil moisture tension on the fungal population . Can. J. Microbiol. 17: 975-986

STATES, J.S. 1981. Useful criteria in the description of fungal communities. En: Wicklow, D.t. & Carroll, G.C. (Eds). The fungal community its organization and role in the ecosystem. Marcel Dekker, New York. 855 pp

STURM, H. 1978. *Zur Oekologie der andinen Param oregion.* Biogeographica 14. 121 pp. The Hague

STURM, H. & O. RANGEL. 1985. *Ecología de los páramos andinos: una visión preliminar integrada.* Instituto de Ciencias Naturales - Museo de Historia Natural. Biblioteca Jose Jerónimo Triana No 9. 292 pp

VALENCIA, H. 1979. La microbiología del suelo y sus perspectivas. Bol. Div. Dpto Biol. 1: 1-18

_____ 1989. Suelo supresivo de Fusarium oxysporum en vegetación arbustiva en el páramo de Chisacá. Suelos Ecuatoriales 19: 63-69

VALENCIA, H., M. MURILLO & Y. MOYANO. 1994. Micorrizas vesiculo-arbusculares (MVA) asociadas con tres especies nativas de páramo y bosque altoandino de la región de Monserrate. Acad. Colomb. Cienc. Colecc. Jorge Alvarez Lleras No. 6. 2: 449-456